СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND ENGINEERING STRUCTURES

CC BY

Check for updates

Оригинальное эмпирическое исследование

УДК 624.94.012.45+692.231.3
https://doi.org/10.23947/2949–1835-2024-3-2-17-25

Современные легкие энергосберегающие наружные каркасно-обшивные стены и возможности их применения в строительстве многоэтажных железобетонных каркасных зданий в Узбекистане

А.А. Ходжаев ✉, **И.С. Каримжонов**
Туринский политехнический университет в городе Ташкенте, г. Ташкент, Республика Узбекистан
✉ axodjaev61@gmail.com

EDN: JSXNXG

Аннотация

Введение. Энергопотребление и повышение энергоэффективности зданий является наиболее актуальной задачей современного строительства. Исследования в данном направлении ведутся по широкому спектру, сопровождаясь разработкой эффективных ограждающих конструкций. Одной из разновидностей таких конструкций являются легкие ограждающие каркасно-обшивные стены, позволяющие повысить тепловую защиту зданий. Несущим элементом такой ограждающей конструкции является легкий тонкостенный профиль, заполненный теплоизолирующим материалом с невысокой плотностью. В малоэтажном строительстве применение данной технологии позволяет использовать стальные профили как в несущих, так и в ограждающих конструкциях. В многоэтажных зданиях легкие стальные тонкостенные элементы (далее — ЛСТК) используются как ненесущие ограждающие конструкции — каркасно-обшивные стены. В данной работе представлена информация о новых каркасно-обшивных стеновых конструкциях (далее — КОС), выполненных на основе ЛСТК, и возможностях их применения в качестве ограждающих конструкций при строительстве многоэтажных железобетонных каркасных зданий в температурно-климатических и сейсмических условиях Узбекистана.

Материалы и методы. Исследуемыми системами являются: многослойная комбинированная конструктивная система, состоящая из каркаса (скелета), материалов для утепления/звукоизоляции; конструкции из гнутых стальных оцинкованных тонкостенных профилей; каркасно-обшивные стены, каркас которых состоит из стальных гнутых оцинкованных профилей; наружная ограждающая конструкция здания; ригель (направляющий профиль) каркаса ненесущей конструкции; горизонтальный элемент каркаса стены, соединяющий и замыкающий вертикальные стойки каркаса стены, служит для крепления элементов заполнения каркаса стены и передачи нагрузок на вертикальные стойки каркаса стены. Рассмотрены параметры наружных ненесущих стен по местоположению, составу компонентов стены, способу и порядку монтажа.

В статье рассмотрены классификация конструкций примыкания наружных ненесущих стен к элементам здания КОС. Приведена классификация по способу изготовления наружных стен.

Результаты исследования. В результате исследования выявлены основные преимущества энергосберегающих наружных каркасно-обшивных стен. Долговечность наружных КОС обеспечивается:

1. Конструктивными решениями состава стены, оптимальной схемой размещения утеплителей, пароизоляции и ветрозащиты в сечении КОС.
2. Достаточной антикоррозийной защитой гнутых стальных оцинкованных профилей, деталей и соединительных элементов.
3. Долговечностью каждого компонента стены в составе наружной КОС.

Срок эксплуатации стен здания из КОС зависит от металлокаркаса в них. Если используется термопрофили, то конструкции из ЛСТК имеют большой срок службы, а также малый удельный вес.

Обсуждение и заключение. В результате проведенной работы отмечается, что, несмотря на столь явные преимущества системы КОС, из-за недостатка исследований указанные конструкции не имеют широкого применения в многоэтажном строительстве, в том числе и в Узбекистане, так как для решения задачи применения КОС в каче-

© Ходжаев А.А., Каримжонов И.С., 2024

стве внешних ограждающих конструкций (стен) многоэтажных каркасных зданий необходимо рассмотреть и доказать целесообразность и возможность их применения в таком качестве. Для этого нужно осуществить достоверное моделирование каркасного здания с внешними стенами из КОС с учетом их совместной пространственной работы при воздействии статических и динамических нагрузок.

Ключевые слова: каркасно-обшивная стена (КОС), легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), мостик холода, термопрофиль, энергосбережение, экология, теплоизоляция

Для цитирования. Ходжаев А.А., Каримжонов И.С.о. Современные легкие энергосберегающие наружные каркасно-обшивные стены и возможности их применения в строительстве многоэтажных железобетонных каркасных зданий в Узбекистане. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2024;3(2):17–25. https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-2-17-25

Original Empirical Research

Modern Lightweight Energy-Saving Frame-Sheathing Exterior Walls and Possibilities of Using Thereof in Construction of the Multi-Storey Reinforced Concrete Frame Buildings in Uzbekistan

Abbas A. Khodjaev ✉, **Ibrohim S. Karimjonov**
Turin Polytechnic University in Tashkent, Tashkent, Republic of Uzbekistan
✉ axodjaev61@gmail.com

Abstract

Introduction. Energy consumption and energy efficiency enhancement of buildings are among the most expedient objectives of the modern construction. Research is conducted on a wide range of issues within this field resulting in development of the efficient enclosure systems. One of the kind of such systems are the lightweight frame-sheathing enclosure walls, which allow enhancing the heat insulation of a building. The load-bearing members of such an enclosure are the light-gauge profiles encasing the low density heat-insulating material. In low-storey construction, the application of this technology allows using the steel profiles in both load-bearing and enclosure systems. In multi-storey buildings, the light-gauge steel structures (hereinafter referred to as LGS-structures) are used as the non-load-bearing enclosures — frame-sheathing walls. The present paper seeks to present the information about the new frame-sheathing wall systems (hereinafter referred to as FSW-systems) made using the LGS-structures, and possibilities for them to serve as the enclosures in construction of the multi-storey reinforced concrete frame buildings in the temperature, climatic and seismic conditions of Uzbekistan.

Materials and Methods. The systems under study are: a multilayer combined structural system consisting of a frame (skeleton frame) and materials for thermal /sound insulation; structures made of the roll-formed light-gauge galvanized steel profiles; frame-sheathing walls with the frames made of the roll-formed galvanized steel profiles; an external enclosure system of a building; a frame beam (channel profile) of the non-load-bearing structure; a horizontal member of the wall frame, which connects and closes up the vertical studs of the wall frame and serves to fasten the filling material and to transfer the loads to the vertical studs of the wall frame. The parameters of the exterior non-load-bearing walls have been studied by location, wall component composition, installation method and procedure. The classification of the exterior non-load-bearing wall connections to the members of the FSW building has been provided in the article. The classification by the exterior wall manufacturing method has been given.

Results. As a result of the study, the main advantages of the energy-saving frame-sheathing exterior walls have been identified. The durability of the exterior FSW-systems is ensured by:

1. Constructive solutions of the wall composition, the optimal layout of the thermal insulation, vapour barrier and wind protection inside the FSW cross section.
2. Sufficient corrosion protection of the roll-formed galvanized steel profiles, parts and connections.
3. Durability of each of the wall component in the exterior FSW-system.

The service life of the walls in a FSW building depends on the steel frame they are made of. In case of using the perforated profiles, the LGS-structures have a long service life, as well as low specific gravity.

Discussion and Conclusion. Upon the result of the work carried out, it has been acknowledged that due to the lack of research, even though the advantages of the FSW-systems are obvious, these systems are not widely used in the multi-storey construction, including in Uzbekistan, because to be able to use the FSW-systems as the external enclosures (walls) of the multi-storey frame buildings, it is necessary to investigate and prove the expediency and possibility of using them in such a function. To do so, it is necessary to carry out the reliable modeling of a frame building with the exterior walls

made of FSW-systems, taking into account spatial interaction between them under the impact of static and dynamic loads.

Keywords: frame-sheathing wall (FSW), light-gauge steel structures (LGS-structures), cold joint, perforated profile, energy saving, ecology, heat insulation

For citation. Khodjaev AA, Karimzhonov IS. Modern Lightweight Energy-Saving Frame-Sheathing Exterior Walls and Possibilities of Using Thereof in Construction of the Multi-Storey Reinforced Concrete Frame Buildings in Uzbekistan. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2024;3(2):17–25. https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-2-17-25

Введение. Снижение энергопотребления и повышение энергоэффективности зданий является наиболее актуальной задачей современного строительства. В этом направлении осуществляются широкие исследования и разработка эффективных ограждающих конструкций. Одной из таких конструкций являются легкие ограждающие каркасно-обшивные стены, позволяющие повысить тепловую защиту зданий. Несущим элементом такой ограждающей конструкции является легкий тонкостенный профиль, заполненный теплоизолирующим материалом с невысокой плотностью (рис. 1).

Необходимо отметить, что проектирование и строительство зданий из ЛСТК в мире в настоящее время поступательно развивается. Так, доля строений индивидуального жилищного строительства (ИЖС), построенных из ЛСТК, в Великобритании составляет — 20 %, Швеции и Японии — 15 %, Канаде — 10 %, в США — в зависимости от региона, 5–15 % от общего объема жилищного строительства [1]. В малоэтажном строительстве применение данной технологии, позволяет использовать стальные профили как в несущих, так и в ограждающих конструкциях. В многоэтажных зданиях (выше 3–4 этажей) ЛСТК используются как ненесущие ограждающие конструкции — каркасно-обшивные стены.

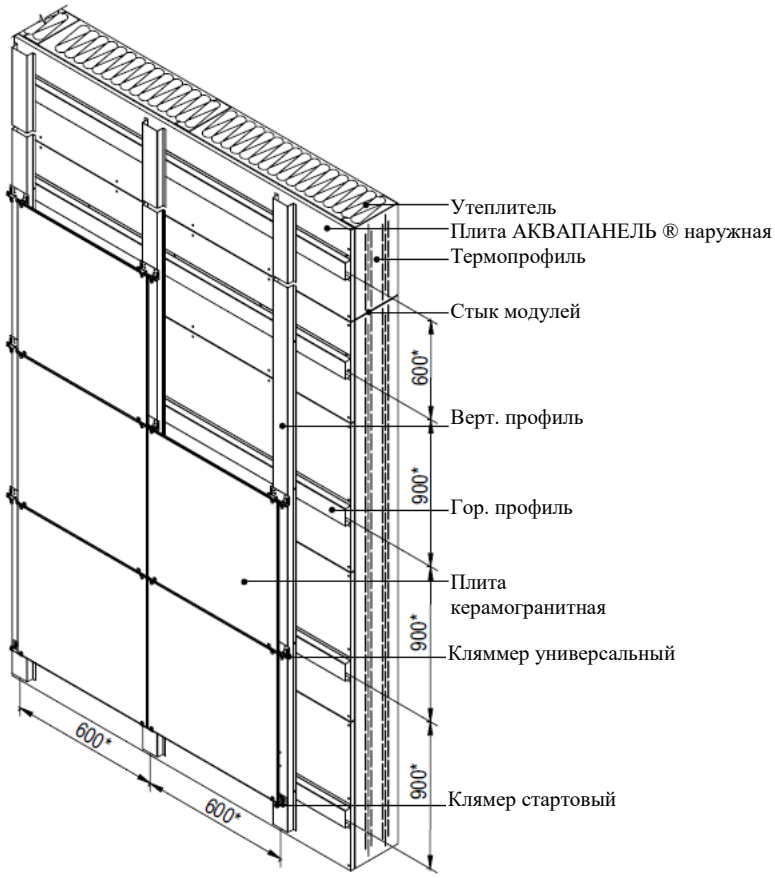


Рис. 1. Общий вид наружной каркасно-обшивной стены

Простота, скорость и удобство монтажа тонкостенных конструкций, возможность (в большинстве случаев) обойтись без грузоподъемных механизмов повышает производительность труда в 1,5–2 раза. Отсутствие «мокрых» процессов при возведении несущих и ограждающих конструкций позволяет вести строительно-монтажные работы круглогодично практически при любых погодных условиях и в любых климатических зонах. Малый вес конструкций способствует уменьшению расходов на транспортировку до места строительства, сокращает сроки

доставки. Кроме того, низкая масса таких стен обеспечивает снижение инерционных сил, что важно при строительстве в сейсмических зонах, а также общей нагрузки от здания на фундаменты.

Эти преимущества позволяют делать вывод о возможностях широкого применения конструкций из ЛСТК на территории Узбекистана. Но для практического применения этой технологии в реальном строительстве необходимы целевые исследования их конструктивных особенностей в составе каркасных зданий в условиях повышенной сейсмичности, а также резко-континентального сухого и жаркого климата.

Материалы и методы. Исследуемые системы описаны ниже:

КОС — многослойная комбинированная конструктивная система, состоящая из каркаса (скелета), материалов для утепления/звукоизоляции, заполняющих полость каркаса, обшивок стены (наружной и внутренней), крепежных элементов, пароизоляции и ветрозащиты, наружной облицовки (фасада), а также совокупности технических и технологических решений, определяющих правила и порядок установки этой системы в проектное положение (рис. 1 и 2).

ЛСТК — конструкции из гнутых стальных оцинкованных тонкостенных профилей, аббревиатура для обозначения широкого спектра конструкций из гнутых холоднокатаных профилей, применяемых в строительстве.

КОС с применением ЛСТК — каркасно-обшивные стены, каркас которых состоит из стальных гнутых оцинкованных профилей.

Стена (КОС) наружная ненесущая — наружная ограждающая конструкция здания, воспринимающая нагрузку от собственного веса и ветровую нагрузку и передающая эти нагрузки на несущие конструкции здания или непосредственно через промежуточные вспомогательные несущие элементы (например, фахверки).

Вертикальная стойка каркаса ненесущей КОС — основной вертикальный элемент каркаса, воспринимающий нагрузки от ветра, собственного веса КОС и выполняющий функции силового элемента каркаса. Одновременно служит основанием для крепления обшивок КОС и образует полости для заполнения утеплителем. Обеспечивает передачу нагрузок на несущие элементы здания через кронштейны и закладные детали.

Ригель (направляющий профиль) каркаса ненесущей КОС — горизонтальный элемент каркаса стены, соединяющий и замыкающий вертикальные стойки каркаса стены, выполняющий функции сохранения формы стенового элемента. Служит для крепления элементов заполнения каркаса стены и передачи нагрузок на вертикальные стойки каркаса стены.

В структуру каждого слоя КОС входят различные элементы (компоненты) (рис. 2).

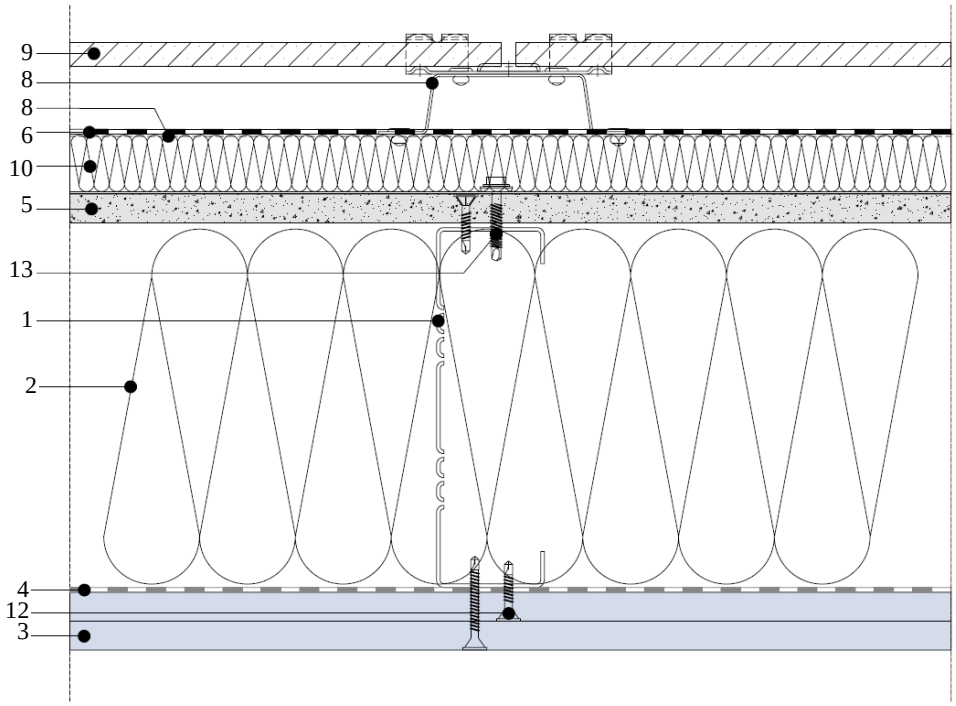


Рис. 2. Основные компоненты наружной каркасно-обшивной стены: 1 — несущие элементы каркаса (стойки, направляющие, связи); 2 — основной теплоизоляционный слой (между стойками каркаса); 3 — внутренняя обшивка КОС; 4 — пароизоляция; 5 — внешняя обшивка КОС (АКВАПАНЕЛЬ® Цементная плита Наружная); 6 — диффузионная ветрозащитная пленка; 8 — профили обрешетки (горизонтальные/вертикальные); 9 — фасадная облицовка; 10 —дополнительный наружный слой теплоизоляции (опционально); 12 — самонарезающие винты для крепления обшивок; 13 — самонарезающие винты для крепления элементов каркаса

https://www.stsg-donstu.ru

Схематическое изображение многоэтажного здания со сборно-монолитным каркасом и наружными КОС приведено на рис. 3.

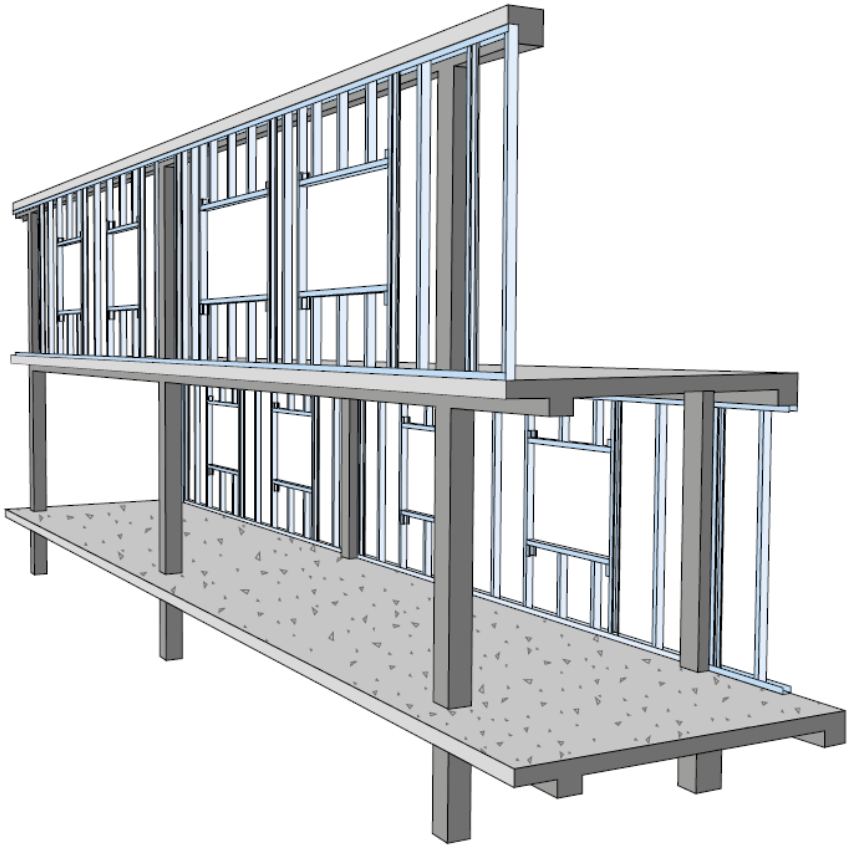


Рис. 3. Схематическое изображение ненесущих КОС с каркасом из ЛСТК (класс А или В) в здании с несущим монолитным железобетонным каркасом

Наружные ненесущие стены различаются по следующим параметрам[1]:

– по местоположению в ограждающих конструкциях (по конструктивному решению примыкания к несущим конструкциям здания);

– по составу компонентов стены;

– по способу изготовления и сборки стены;

– по способу и порядку монтажа стены в здании;

– по типам и видам облицовки стен.

По конструкции примыкания наружных ненесущих стен к элементам здания КОС условно разделяются на четыре класса (рис. 4):

класс *A* — наружные ненесущие стены с полным опиранием на перекрытие;

класс *B* — наружные ненесущие стены с частичным опиранием на перекрытие;

класс *C* — наружные самонесущие стены с опиранием на собственный фундамент;

класс *D* — наружные навесные ненесущие стены.

Каждый из указанных классов КОС отличается:

– узлами крепления, конструктивными решениями примыканий;

– расчетной схемой работы каркаса КОС под нагрузками;

– методом изготовления и монтажа конструкций.

По способу изготовления наружные КОС классифицируются следующим образом:

– поэлементная сборка (детальный метод). Каркас стен собирается на монтажной строительной площадке, там же в него укладывается теплоизоляционный материал, обшивки и все компоненты КОС. Сборка может осуществляться как с плиты перекрытия (изнутри здания), так и с лесов, подмостей, люльки (снаружи здания);

[1] КНАУФ АКВАПАНЕЛЬ. Наружная стена. Наружные ненесущие каркасно-обшивные стены с каркасом из стальных тонкостенных холодногнутых оцинкованных профилей с применением материалов *КНАУФ, Альбом технических решений*. 2018 г. https://www.knauf.ru/upload/iblock/3e2/h031xtdugqii6hhcfiq0f1our0tixfcl/299359_knauf_akvapanel_naruzhnaya_stena_naruzhnye_nenesushchie_karkasno_obshivnye_steny_s_karkasom_iz_stalnyh_tonkostennyh_holodnognutyh_ocinkovannyh_profilej_s_primeneniem_materialov_knauf.pdf (дата обращения 08.05.2024).

– модульная сборка (панельный метод). Может быть реализован как на сборочном заводе, так и на участке предварительной сборки панелей непосредственно на строительной площадке. На заводе и на участке предварительной сборки должны быть обеспечены соответствующий температурный режим, защита от осадков и ветра, стационарное оборудование по сборке панелей, склад компонентов, склад готовых панелей, упакованных для дальнейшего перемещения и монтажа КОС в проектное положение.

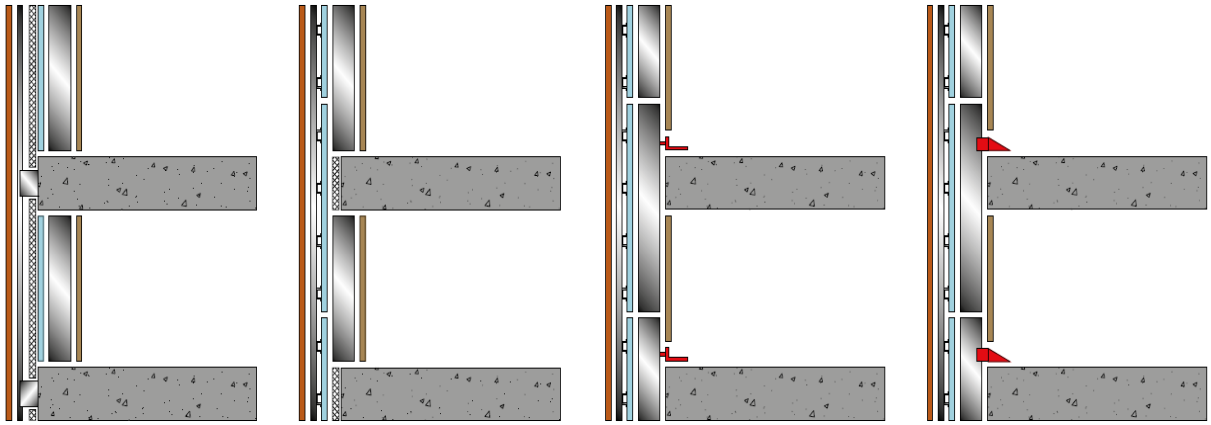


Рис. 4. Классификация наружных ненесущих стен в зависимости от типа примыкания к несущим конструкциям здания

Наружные КОС по принципу монтажа разделяются на следующие способы:

– стоечно-ригельный способ;

– модульный (панельный) способ.

Стоечно-ригельный способ напоминает устройство витражных конструкций. Каждая стойка каркаса закрепляется к междуэтажному перекрытию. Стойки имеют длину, равную высоте этажа или двух этажей, работают на ветровую нагрузку как балка на двух (трех) опорах. Крепление каждой стойки производится кронштейнами к перекрытию (балкам, каркасу) здания. Устройство оконных (дверных) проемов обеспечивается установкой горизонтальных ригелей.

Модульный способ отличается от стоечно-ригельного тем, что стойки и ригели каркаса КОС собираются в один элемент — модуль (панель). Модуль рассматривается как плоский вертикальный диск, прикрепляемый к перекрытиям в нескольких точках. Модульный (панельный) способ имеет несколько разновидностей изготовления и монтажа:

– модуль стены полной заводской готовности (ПЗГ). Все компоненты КОС собраны на заводе: установлены утеплитель, светопрозрачные конструкции, внутренние обшивки, закреплены облицовочные материалы и детали фасада. При монтаже панели герметично соединяются между собой и надежно прикрепляются к несущим элементам каркаса здания;

– модуль (панель) с наружной обшивкой (ПНО). Модуль имеет в своем составе каркас, внешнюю обшивку, наружную ветрозащиту, часть облицовочного материала, светопропускающие конструкции (опция). На монтаже каркасы панелей герметично соединяются между собой изнутри КОС, надежно закрепляются к несущим элементам здания, устанавливается теплоизоляция и пароизоляция, внутренняя обшивка. Герметизация всех наружных стыков производится одновременно с установкой облицовочных материалов;

– модуль (панель) наружный каркасный (ПНК). Модуль в своем составе имеет каркас из ЛСТК и элементы крепления к каркасу здания.

Результаты исследования. Элементы каркасов панелей герметично соединяются во время монтажа. Обшивки, утеплитель, светопропускающие конструкции и фасадная облицовка устанавливаются после монтажа модулей стен.

При конструировании наружных КОС за основу принимается архитектурный проект и конструктивная схема здания (нагрузки и принципы обеспечения общей устойчивости). Необходимо также принять во внимание проект инженерных систем здания, в случае если коммуникации расположены внутри стен и/или прикрепляются к ним.

При проектировании КОС, для удобства графического изображения и специфицирования элементов ЛСТК, все элементы фрагмента каркаса стены объединяют в модуль (панель) — набор вертикальных стоек и горизонтальных направляющих, деталей и метизов.

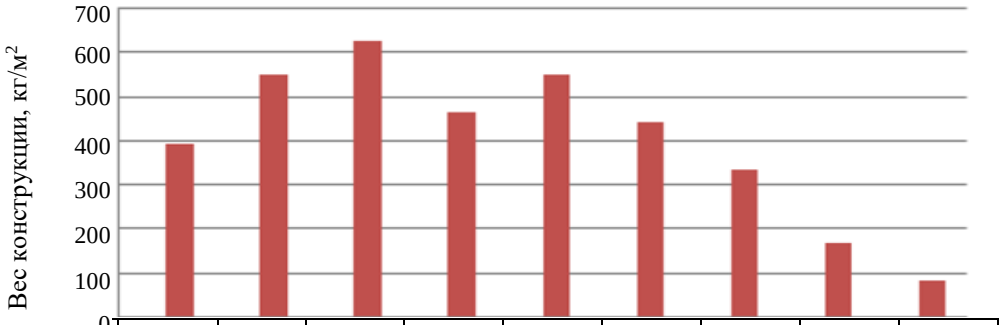
https://www.stsg-donstu.ru

Проведенный анализ известных систем и технологий легких энергосберегающих наружных каркасно-обшивных стен позволил установить основные преимущества:

1. Надежность и продолжительное время эксплуатации. Время эксплуатации зданий с наружными стенами из КОС определяется в основном сроком службы металлокаркаса в наружных стенах, плитных материалов обшивки, утеплителя. При использовании термопрофилей, которые изготавливаются из оцинкованной стали с нормой расхода цинка 275 г/м^2, согласно исследованиям British Steel, в соответствии с естественной эмиссией цинка время жизни конструкций из ЛСТК составляет более 100 лет.

2. Малый удельный вес конструкций. Вес 1 м^2 несущего стального каркаса здания находится в пределах 50–80 кг в зависимости от применяемых в составе стены материалов. Это преимущество позволяет снизить затраты применяя фундамент и другие несущие конструкции здания [2].

На рис. 5 приведен сравнительный анализ весогабаритных характеристик ограждающих конструкций с равным значением теплопроводности, но выполненных из различных материалов.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Толщина, м	0,324	0,426	0,49	0,389	0,36	0,365	0,437	0,335	0,275
Вес, кг/м^2	392,6	547,6	624,5	463,1	546	440	333,7	166,5	80

Рис. 5. Сравнительный анализ весогабаритных характеристик ограждающих конструкций с равным значением теплопроводности, выполненных из различных материалов: 1 — монолитная стена, выполненная из несъемной опалубки (вариант); 2 — монолитная стена, выполненная из несъемной опалубки (вариант); 3 — стена, выполненная из двух слоев кирпича с заключенным между ними эффективным утеплителем; 4 — стена, выполненная из кирпича, прикрепленного к ней утеплителя и слоя штукатурки; 5 — монолитная железобетонная плита с утеплителем и облицовочным кирпичом; 6 — монолитная железобетонная плита с утеплителем и вентилируемым фасадом; 7 — стена из ячеистых блоков со штукатуркой, утеплителем и облицовочным кирпичом; 8 — стена из ячеистых блоков со штукатуркой, утеплителем и вентилируемым фасадом; 9 — легкая стальная ограждающая конструкция — каркасно-обшивная стена [3]

Данная диаграмма красноречиво демонстрирует явное преимущество КОС по весогабаритным характеристикам ограждающих конструкций с равным значением теплопроводности в сравнении с другими видами ограждающих конструкций.

3. Эффективное энергосбережение. Применение эффективного утеплителя в каркасах из перфорированных термопрофилей позволяет получать значения коэффициента теплопроводности 0,045 Вт/(м×К) без учета возможных вариантов утепления по фасаду. Это свойство позволяет значительно снизить издержки при эксплуатации зданий.

4. Экологичность. В составе конструкций зданий, построенных с применением термопрофиля, в качестве внутренней обшивки обычно применяются гипсокартонные листы. Внешняя обшивка — стекломагниевые плиты (стекломагнезит), а также цементно-минеральные плиты, а в качестве утеплителя используется минеральная каменная вата, являющаяся экологически чистой.

Производство, транспортировка, монтаж и эксплуатация КОС требуют гораздо меньших энергетических затрат, чем при использовании традиционных материалов.

Спроектированные и построенные с применением термопрофиля здания не имеют синдрома «больного здания», связанного с излишней влагой, а внутреннее пространство зданий является безопасной, эргономически и экологически комфортной средой за счет хорошей шумоизоляции и влаговоздухонепроницаемости.

5. Быстрый эффективный всесезонный монтаж. Будучи «сухим» способом строительства, монтаж наружных стен здания из термопрофиля может осуществляться всесезонно.

Это особенно важно для инвестора при строительстве экономичного жилья, когда возврат вложенных средств является определяющим фактором. Сокращение сроков строительства каркасного здания и, как следствие, его стоимости, зависит еще и от степени оптимизации строительного процесса.

6. Низкая эксплуатационная стоимость. Здания, построенные с применением термопрофиля, имеют стабильные размеры, хорошо защищены от влияния биологических и температурно-влажностных процессов, долговечны, энергоэкономичны, а при окончании срока службы или при необходимости капитального ремонта не столь затратны, как строения из классических материалов.

7. Не подвержены влиянию биологических процессов. Высокая степень надежности строений из термопрофилей обеспечивается стабильностью размеров стальных профилей, которые не подвержены влиянию биологических и влажностно-температурных процессов в отличие от, например, древесины.

8. Высокая точность при сборке. Самая современная линия по изготовлению термопрофилей полностью автоматизирована и управляется одним человеком. Это, в свою очередь, минимизирует человеческий фактор при сборке, уменьшает время строительства объекта, не требует тяжелой грузоподъемной техники.

Обсуждение и заключение. В результате проведенной работы авторы отмечают, что основными традиционными строительными материалами для ограждающих конструкций жилых и общественных зданий в Узбекистане являются кирпич, железобетон и газобетон. Но в настоящее время, когда острота проблемы энергосбережения в мире нарастает с каждым годом, когда проблемы повышения экологичности и необходимости удешевления строительства при повышении надежности зданий и сооружений, особенно в сейсмических районах, по актуальности выходят на первый план, необходимы инновационные технологии, обеспечивающие решение этих проблем. Одним из эффективных решений в этом плане может стать применение каркасно-обшивных стен в многоэтажном жилищном и общественном строительстве.

Несмотря на столь явные преимущества системы КОС, из-за недостатка исследований указанные конструкции не имеют широкого применения в многоэтажном строительстве, в том числе и в Узбекистане.

Для решения задачи применения КОС в качестве внешних ограждающих конструкций (стен) многоэтажных каркасных зданий необходимо рассмотреть и доказать целесообразность и возможность их применения в таком качестве. Для этого нужно осуществить достоверное моделирование каркасного здания с внешними стенами из КОС с учетом их совместной пространственной работы при воздействии статических и динамических нагрузок. В настоящее время авторами проводятся комплексные исследования в этом направлении, о результатах которых будут опубликованы соответствующие статьи.

Список литературы / References

1. Жмарин Е.Н. Международная ассоциация легкого стального строительства. *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2012;2:27–30. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2012/2(2)/6_zhmarin.pdf (дата обращения: 08.05.2024).

Zhmarin EN. International Association of Light-Gauge Steel Construction. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2012;2:27–30. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2012/2(2)/6_zhmarin.pdf (accessed: 08 05.2024). (In Russ.).

2. Акпанов А.А. Применение стальных конструкций в малоэтажных зданиях. *Наука и техника Казахстана.* 2017;(1–2):4–13. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-stalnyh-konstruktsiy-v-maloetazhnyh-zdaniyah (дата обращения: 08.05.2024).

Akpanov AA. Application of Steel Structures in Low-Storey Buildings. *Science and Technology of Kazakhstan*. 2017;(1–2):4–13. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-stalnyh-konstruktsiy-v-maloetazhnyh-zdaniyah (accessed: 08.05.2024). (In Russ.).

3. Орлова А.В., Жмарин Е.Н., Парамонов К.О. Энергетическая эффективность домов из ЛСТК. *Строительство уникальных зданий и сооружений.* 2013;6(11):1–13. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/6(11)/1_z_p_o_11.pdf (дата обращения: 08.05.2024).

Orlova AV, Zhmarin EN, Paramonov KO. Power Efficiency of Houses from Light-Gauge Steel Structures. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2013;6(11):1–13. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/6(11)/1_z_p_o_11.pdf (accessed: 08.05.2024).

4. Кузьменко Д.В. Ограждающая термопанель с каркасом из термопрофилей. *Жилищное строительство.* 2009;4:12–14.

Kuzmenko DV. Enclosing Thermal Panel with a Frame Made af Thermal Profiles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo*. 2009;4:12–14.

Об авторах:

Ходжаев Аббас Агзамович, начальник отдела контроля учебных программ и учебной литературы Министерства высшего и среднего специального профессионального образования, профессор Туринского политехнического университета в городе Ташкенте (Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Малая кольцевая дорога, 17), доктор технических наук, профессор, ORCID, axodjaev61@gmail.com

Каримжонов Иброхим Соибжон-оглы, соискатель кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» Туринского политехнического университета в городе Ташкенте (Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Малая кольцевая дорога, 17), ORCID, ibrokhim.k.323@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

А.А. Ходжаев: формирование основной концепции, цели и задачи исследования, научное руководство, корректировка выводов;

И.С. Каримжонов: анализ результатов исследований, проведение расчетов, формирование выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила в редакцию 11.05.2024
Поступила после рецензирования 28.05.2024
Принята к публикации 07.06.2024

About the Authors:

Abbas A. Khodjaev, Dr.Sci. (Engineering), Professor, Head of the Curricula and Educational Literature Control Department, Ministry of Higher and Secondary Vocational Education of the Republic of Uzbekistan; Professor, Turin Polytechnic University in Tashkent (17, Malaya Koltsevaya Rd., Tashkent, Republic of Uzbekistan), ORCID, axodjaev61@gmail.com

Ibrohim S. Karimjonov, Degree Seeking Applicant of the Reinforced Concrete and Stone Structures Department, Turin Polytechnic University in Tashkent (17, Malaya Koltsevaya Rd., Tashkent, Republic of Uzbekistan), ORCID, ibrokhim.k.323@gmail.com

Claimed Contributorship:

Khodjaev AA: formulating the main concept, aim and objectives of the research, scientific supervision, correcting the conclusions.

Karimjonov IS: analysis of the research results, conducting the calculations, formulating the conclusions.

Conflict of Interest Statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Received 11.05.2024
Revised 28.05.2024
Accepted 07.06.2024